"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و پنجم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

اثر بستر نشاکاری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام برنج (*Oryza sativa* L.) هیبرید در خوزستان

Effect of transplanting bed on grain yield and yield components of hybrid rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in Khuzestan, Iran

نیلوفر زندوکیلی[۱]، عبدالعلی گیلانی[۲]، مجتبی علوی فاضل[۳]، شهرام لک[۴] و مانی مجدم[۵]

چکیده

زندوکیلی، ن.، ع. گیلانی، م. علوی فاضل، ش. لک و م. مجدم. ۱۴۰۲. اثر بستر نشاکاری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام برنج (*Oryza sativa* L.) هیبرید در خوزستان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۵ (۳): ۳۹۰ -۳۷۷.**

به‌منظور ارزیابی ارقام جدید برنج هیبرید در بسترهای نشاکاری، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور خوزستان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نشاکاری در دو نوع بستر مرطوب و بستر خشک (کرت‌های اصلی) و هفت رقم برنج هیبرید (L66S, F168S, Quan2, XinerPS, Hs–3, Shen51S, Hui34S) (کرت‌های فرعی) بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که برهمکنش سال در بستر کاشت در رقم بر طول دوره رشد، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد پنجه‌ها، درصد باروری خوشه، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه و زیست توده معنی‌دار بود. بستر کاشت مرطوب از نظر ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد پنجه‌ها، درصد باروری خوشه، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و زیست توده نسبت به بستر خشک برتری داشت. ارقام هیبرید Quan2S وHui34S نیز برتر از سایر ارقام بودند. در سال اول در بستر کاشت مرطوب، ارقام Quan2S و Hui34S به‌ترتیب دارای بیشترین ارتفاع بوته (۸۴/۳ و ۸۱ سانتی‌متر)، شاخص سطح برگ (۴/۳۸ و ۴/۲)، تعداد دانه در خوشه (۱۸۹ و ۱۶۰ عدد) و وزن هزار دانه (۲۴/۴ و ۲۵/۸ گرم) بودند، اما در سال دوم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. ارقام Quan2S و Hui34S در بستر کاشت مرطوب دارای بیشترین عملکرد دانه (به‌ترتیب ۵۲۰۰ و ۴۶۷۵ کیلوگرم در هکتار) و زیست توده (به‌ترتیب ۱۲۳۸۰ و ۱۰۱۴۲ کیلوگرم در هکتار) بودند. براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، هفت رقم برنج هیبرید در سه گروه قرار گرفتند. گروه اول شامل ارقام XinerPS، L66S و F168S، گروه دوم شامل ارقام Hs–3 و Shen51S و گروه سوم شامل ارقام Quan2S و Hui34S بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه سازگاری ارقام برنج هیبرید مورد ارزیابی با شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش پایین بود، ولی بیشترین عملکرد دانه آنها در شرایط نشاکاری در بستر مرطوب بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: باروری خوشه، برنج، شاخص سطح برگ، طول دوره رشد و عملکرد زیست توده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می باشد

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳- استاد گروه علوم باغی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (مکاتبه کننده)

(پست الکترونیک: mojtaba_alavifazel@iauahvaz.ac.ir)

۴- استادگروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۵- دانشیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

Effect of transplanting bed on grain yield and yield components of hybrid rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in Khuzestan, Iran

Zand Vakily, N.[1], Gilani, A.[2], Alavi Fazel, M.[3], Lak, Sh.[4] and Mojdam, M.[5]

ABSTRACT

Zand Vakily, N., Gilani, A., Alavi Fazel, M., Lak, Sh. and Mojdam, M. 2024. Effect of transplanting bed on grain yield and yield components of hybrid rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in Khuzestan, Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 25(3): 377-390. (In Persian)**

Introduction: One of the important goals of rice breeding programs is to develop new high yielding cultivars with high quality properties as well as desirable agronomic traits. Introducing of such cultivars and adoption them by farmers will lead to increased production. This experiment evaluated new hybrid rice cultivars under different transplanting bed methods in the Khuzestan climate conditions in Iran.

Materials and Methods: The experiment was carried out as split plot arrangements in randomized complete block design with three replications in 2020-2021 and 2021-2022 growing seasons at the Shaawor agricultural research station, Ahvaz, Iran. The main plots were wet and dry transplanting bed methods, and the sub-plots consisted of seven hybrid rice cultivars (L66S, F168S, Quan2, XinerPS, Hs–3, Shen51S and Hui34S). SPAD value, leaf area index (LAI), number of tillers, growth duration, panicle fertility, plant height, grain yield and yield components and biological yield were measured.

Results: The results indicated that the SPAD value, leaf area index, number of tillers, growth duration, panicle fertility, plant height, grain yield and yield components and biological yield were significantly affected by the interaction effect of year × transplanting bed × cultivar. SPAD value, LAI, number of tillers, growth duration, panicle fertility, plant height, yield components and grain yield and biological yield were higher in wet bed transplanting method. Also, Quan2S and Hui34S hybrid cultivars were superior than the remaining five hybrids. in 2021, the tallest plant height (84.3 and 81 cm) and LAI (4.3 and 4.2), the greatest number of grains per panicle (189 and 160), and the weight of 1000 grain weight (24.4 and 25.8 g) were observed in Quan2S and Hui34S cultivars, respectively, in wet bed transplanting method. However, in 2022, most of the studied hybrid rice cultivars did not show significant differences. The highest grain yield (5200 and 4675 kg.ha^{-1}) and biological yield (12380 and 10143 kg.ha^{-1}) were obtained from Quan2S and Hui34S hybrid rice cultivars, respectively, in the 2021 and wet bed transplanting. The results of cluster analysis showed that seven hybrid rice cultivars were separated into three different groups. The first group comprised XinerPS, L66S, and F168S, the second group included Hs-3 and Shen 51S and third group comprised Quan2S and Hui34S hybrid rice cultivars.

Conclusion: The results of this experiment showed that while the hybrid rice cultivars did not perform successful and are of low adaptability in Khuzestan environmental conditions. The results also indicated that wet bed transplanting method is suitable for Khuzestan environmental conditions and led to higher grain yield of rice hybrid cultivars.

Key words: Biological yield, Growth duration, Leaf area index, Panicle fertility and Rice

---

Received: October, 2023 **Accepted: March, 2024**

1. PhD Student, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Assistant Prof., Field and Horticultural Crops Science Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khuzestan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
3. Professorsor, Horticulture and Agronomy Sciences Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding author) (Email: mojtaba_alavifazel@iauahvaz.ac.ir)
4. Professorsor, Agronomy Department, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
5. Associate Prof., Agronomy Department, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

مقدمه

برنج (Oryza sativa L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده غلات و از گیاهان مهم زراعی در آسیا است. برنج در حدود ۴۰ درصد از غذای مورد نیاز مردم دنیا را تامین می‌کند (Nourmohammadi *et al*., 2013). سطح زیر کشت برنج در دنیا ۱۶۵ میلیون هکتار و تولید سالیانه آن حدود ۷۸۷ میلیون تن است. سطح زیر کشت برنج در ایران حدود ۶۳ هزار هکتار و میزان تولید آن ۹/۲ میلیون تن گزارش شده است (FAO, 2021).

کشت برنج در دنیا به دو روش غیرمستقیم (نشاکاری) و مستقیم (بذرکاری) انجام می‌شود. در روش کشت غیرمستقیم گیاهچه‌های برنج با میانگین سنی ۱۵ تا ۳۰ روز پس از بذرکاری در خزانه، در زمین اصلی در بستر مرطوب گِلخراب شده نشاکاری می‌شوند. از فواید نشاکاری می‌توان به اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌ها، مدیریت مناسب مزرعه، افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی، کنترل موثرتر علف‌های هرز و عملکرد دانه بالاتر اشاره کرد (Gholami Rezvani *et al*., 2015). در عین حال کشت نشایی مستلزم مصرف آب، نیروی کار، زمان و هزینه بیشتر و تراکم بالای کار در ابتدای فصل رشد می‌باشد (Khaliq and Matloob, 2011).

در مورد نشاکاری برنج در بستر خشک اطلاعات زیادی در دسترس نبوده و بیشتر تحقیقات در مورد کشت مستقیم بذر در بستر خشک (خشکه‌کاری) انجام شده است. اسماعیلی و همکاران (Esmaeli *et al*., 2022) با ارزیابی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج درکشت مستقیم در رقابت با علف‌های هرز گزارش کردند که تداخل علف‌های هرز در کشت مستقیم، باعث ۳۳ تا ۹۲ درصد افت عملکرد دانه برنج می‌شود. ژائو و همکاران (Zhao *et al*., 2020) گزارش کردند که عملکرد دانه درکشت نشایی برنج در حدود ۱۲ درصد بیشتر از کشت مستقیم است. نحوی و همکاران (Nahvi *et al*., 2013) با ارزیابی اثر میزان بذر و روش‌های کاشت مستقیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج گزارش کردند که روش کاشت اثر معنی‌داری بر صفات گیاهی مورد بررسی داشته و بیشترین عملکرد دانه از روش کاشت کپه‌ای به دست آمد. پورامیر و همکاران (Pouramir *et al*., 2019) با مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام بومی و اصلاح شده برنج در دو روش کاشت نشایی و مستقیم گزارش کردند که عملکرد دانه در دو روش کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت و درکشت مستقیم، افزایش تعداد خوشه در واحد سطح باعث کاهش تعداد دانه پر در خوشه شد. غلامی رضوانی و همکاران (Gholami Rezvani *et al*., 2015) گزارش نمودند که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد خوشه، عملکرد دانه، شاخص قدرت مخزن، سرعت تشکیل عملکرد، راندمان تبدیل و میزان برنج سالم برنج رقم هاشمی در روش کاشت مستقیم بذر به‌صورت کپه‌ای به‌دست آمد.

استفاده از فناوری برنج هیبرید یکی از روش‌های افزایش تولید برنج متناسب با نرخ رشد جمعیت محسوب می‌شود. افزایش عملکرد دانه ارقام برنج هیبرید نسبت به ارقام اصلاح شده در شرایط محیطی یکسان، ۲۰ تا ۲۵ درصد گزارش شده است. این پژوهش باهدف توسعه کاشت ماشینی و اجتناب از معایب کشت نشایی و شناسایی هیبریدهای مناسب برنج برای کشت نشایی در بستر خشک در شرایط آب و هوایی خوزستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا

انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه محل اجرای آزمایش حدود ۲۶۶ میلی‌متر و دوره بارندگی بین مهر تا اردیبهشت ماه است. اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش طی دوره رشد برنج در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۱۴۰۰ و ۱۴۰۱)

Table 1. Meteorological information of the experiment site (2021 and 2022)

		دما Temperatures (ºC)						رطوبت نسبی Relative humidity (%)		ساعات آفتابی Sunny hours		بارندگی Rainfall (mm)	
		حداقل Min		حداکثر Max		میانگین Mean							
Month	ماه	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
May	خرداد	22.4	22.6	41.1	45.3	33.2	33.8	25.1	28.2	368.9	353.4	0.0	0.0
Jun	تیر	26.7	24.3	43.6	47.6	35.8	37.2	22.1	24.1	362.7	359.6	0.0	0.0
July	مرداد	27.3	25.3	44.2	48.2	32.2	37.7	24.3	27.2	331.7	350.3	0.0	0.0
August	شهریور	22.2	21.5	42.3	46.4	29.6	34.3	31.2	38.7	319.3	331.7	0.0	0.0
September	مهر	17.3	18.3	35.5	37.2	23.8	27.3	37.3	42.6	258.0	294.0	0.0	0.0
October	آبان	14.3	15.6	27.8	27.2	17.2	20.7	51.2	59.2	225.0	228.0	26.6	8.2

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نشاکاری در دو نوع بستر مرطوب و بستر خشک و هفت رقم برنج هیبرید (L66S, F168S, Quan2, XinerPS, Hs–3, Shen51S, Hui34S) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی قرار داده شدند. ارقام برنج هیبرید حاصل از پروژه اصلاح بذر در کشور چین بودند و والدهای آنها (ایندیکا I، II و III) از بانک ژن میان‌مدت در هانگژو چین تهیه شدند. سهم تشابه هیبریدهای مورد مطالعه با والدهای آنها درجدول ۲ و تعداد آلل‌ها، فاصله ژنتیکی و میزان چندشکلی والدها در جدول ۳ ارائه شده است. قبل از اجرای آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق‌های صفر تا ۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد (جدول ۴).

جدول ۲- مشخصات ارقام برنج هیبرید مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Characteristics of hybrid rice cultivars used in the experiment

ارقام برنج هیبرید Hybrid rice cultivars	*Model-based group (K = 3) I	II	III	Group
L66S	0.572	0.422	0.006	Admix (I, II)
F168S	0.010	0.323	0.667	Admix (III, II)
Quan2S	0.627	0.361	0.013	Admix (I, II)
XinerPS	0.671	0.314	0.015	Admix (I, II)
Hs–3	0.082	0.718	0.200	Admix (II, III)
Shen51S	0.010	0.287	0.703	Admix (III, II)
Hui34S	0.786	0.135	0.078	Indica-I

* در ارقام برنج هیبرید از سه والد ایندیکا I، II و III استفاده شده و سهم تشابه هیبریدهای مورد مطالعه با والدها نشان داده شده است

جدول ۳- تنوع ژنتیکی زیرگروه‌های برنج هیبرید مورد استفاده در آزمایش

Table 3. Genetic diversity of hybrid rice subgroups used in the experiment

گروه‌های ژنتیکی Genetic groups	تعداد آلل‌ها در هر مکان ژنی Number of alleles per locus	فاصله ژنتیکی *Nei*'s genetic diversity index	میزان چندشکلی Polymorphism
Indica-I	2.3	0.1875	0.1650
Indica-II	4.6	0.4888	0.4460
Indica-III	2.9	0.3130	0.2701

جدول ۴- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 4. Chemical and physical properties of the soil at the experiment site

سال Years	عمق Depth (cm)	pH	شوری EC (dS.m^{-1})	کربن C (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (mg.kg^{-1})	پتاسیم K (mg.kg^{-1})	بافت خاک Soil texture
2021 ۱۴۰۰	0-30	7.4	1.7	0.80	0.08	3.1	205.8	Clay-loamy
2022 ۱۴۰۱	0-30	7.2	1.83	0.56	0.06	3.7	197.1	Clay-loamy

آماده‌سازی خاک خزانه و زمین پس از رسیدن رطوبت خاک به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، به‌صورت شخم به عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر، دو نوبت دیسک عمود برهم و سپس ماله‌زنی و کرت‌بندی انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی چهار متر طول و سه متر عرض بود. کودهای پایه در چهار مرحله براساس نتایج آزمون خاک محاسبه و به خاک داده شدند. ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع فسفات آمونیوم) به‌صورت پایه (همزمان با نشاکاری) به خاک اضافه شدند. ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره) در چهار مرحله،شامل ۲۵ درصد در زمان نشاکاری، ۲۵ درصد در مرحله پایان پنجه‌زنی، ۲۵ درصد در مرحله آبستنی و ۲۵ درصد در مرحله ظهور خوشه‌ها به خاک داده شد. گیاهچه‌های ۲۵ روزه برنج در مرحله ۳ تا ۴ برگی در تاریخ پنجم مرداد با فاصله ۲۰×۲۰ سانتیمتر، به تعداد چهار گیاهچه در هر کپه، در زمین اصلی نشاکاری شدند. در تیمار بستر مرطوب، یک هفته قبل از نشاکاری آبیاری انجام و کرت‌ها به‌صورت گلخراب تسطیح شده و سپس گیاهچه‌های برنج نشاکاری شدند. در تیمار بستر خشک، ابتدا خاک هر کرت تسطیح و سپس به تعداد کپه‌ها، حفره‌هایی در خاک ایجاد شده و سپس گیاهچه‌ها در حفره‌ها نشاکاری شدند. بعد از نشاکاری آبیاری انجام و آب به صورت مداوم در پای بوته‌ها نگه داشته شد. کنترل علف‌های هرز در هر دو نوع بستر کاشت به صورت دستی انجام شد.

مقدار شاخص سبزینگی برگ در مراحل گرده‌افشانی(BBCH=65) در سه نقطه از پهنک برگ‌های پرچم بوته‌های ردیف‌های میانی هر کرت با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (SPAD 502 plus, SKU, Japan) اندازه‌گیری شد. شاخص سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی (BBCH=65) با استفاده از روش ترسیمی محاسبه شد (Noroozi *et al.*, 2014). تعداد پنجه‌ها با شمارش تعداد پنجه‌ها در مرحله تشکیل جوانه اولیه خوشه (BBCH=51) و ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی (BBCH=89) تعیین شدند (IRRI, 2013). طول دوره رشد بر اساس تعداد روز از زمان کاشت در خزانه تا رسیدگی فیزیولوژیک (BBCH=89) محاسبه شد. برای تعیین درصد باروری، تعدادی از خوشه‌های ساقه اصلی در مرحله پر شدن دانه‌ها (BBCH=75) علامت‌گذاری شده و در مرحله رسیدگی تعداد دانه‌های پر و پوک (براساس وزن ویژه) شمارش و میزان باروری با تقسیم تعداد دانه‌های پر بر تعداد کل گلچه‌ها محاسبه شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (BBCH=89)، تعداد دانه (پر) در خوشه و وزن هزار دانه (با رطوبت ۱۳ درصد) با استفاده از دستگاه شمارشگر بذر تعیین شدند. برداشت محصول ارقام هیبرید در مرحله ۸۵ درصد رسیدگی با رطوبت حدود ۲۲ درصد در فاصله ۱۵ تا ۲۵ آبان به‌صورت کف‌بر کردن انجام شد و عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد) و زیست توده اندازه‌گیری شدند (IRRI, 2013).

به‌منظور اطمینان از یکنواختی واریانس خطای آزمایشی داده‌های دو سال آزمایش، از آزمون بارتلت استفاده شد و با توجه به اینکه اختلاف بین واریانس خطای سال‌ها معنی‌دار نبود، تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ با فرض تصادفی بودن سال

انجام شد. رسم دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (با استفاده از روش حداقل واریانس Ward) و بای‌پلات حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار R نسخه ۴/۲/۱ و بسته‌های FactoMineR و Factoextra و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال (در سطح احتمال پنج درصد)، بستر کاشت، هیبرید و برهمکنش بستر کاشت و رقم (در سطح احتمال یک درصد) بر شاخص سبزینگی معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بستر نشاکاری مرطوب، شاخص سبزینگی بالاتر از بستر خشک بود که این مورد در ارقام هیبرید متفاوت بود. در بستر خشک، تفاوت بین ارقام کمتر از بستر مرطوب بود. بیشترین مقدار شاخص سبزینگی در هر دو نوع بستر در رقم Quan2S (به‌ترتیب ۴۸ و ۴۷/۲ در بستر مرطوب و خشک) به‌دست آمد و کمترین مقدار آن (۴۱/۷) در رقم Hs–3 در بستر خشک مشاهده شد (جدول ۵). با توجه به پایین بودن شاخص سبزینگی برگ‌ها در بیشتر ارقام برنج می‌توان وقوع یک شوک در هنگام انتقال و نشاکاری گیاهچه‌ها در بستر خشک و پایین بودن توان استقرار گیاهچه‌ها را علت این موضوع دانست. پایین بودن میزان سبزینگی در ارقام برنج هیبرید در اثر تنش خشکی توسط دانش گیلوایی و همکاران (Danesh Gilvai *et al*., 2018) نیز گزارش شده است. کاهش میزان کلروفیل در برنج آپلند در روش خشک‌کاری نسبت به کشت غرقابی نیز گزارش شده است (Khairi *et al*., 2016).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام برنج هیبرید در برهمکنش تیمارهای بستر نشاکاری و رقم

Table 5. Mean comparison of plant traits of hybrid rice cultivars in interaction of transplanting bed and cultivars

بستر نشاکاری Transplanting bed	ارقام برنج هیبرید Hybrid rice cultivars	شاخص سبزینگی SPAD	ارتفاع بوته Plant height (cm) ۱۴۰۰ 2021	ارتفاع بوته Plant height (cm) ۱۴۰۱ 2022	شاخص سطح برگ LAI ۱۴۰۰ 2021	شاخص سطح برگ LAI ۱۴۰۱ 2022	طول دوره رشد Growth duration (days) ۱۴۰۰ 2021	طول دوره رشد Growth duration (days) ۱۴۰۱ 2022	تعداد پنجه No. of tillers ۱۴۰۰ 2021	تعداد پنجه No. of tillers ۱۴۰۱ 2022
	L66S	42.8cde	64.5bc	66.8ab	3.6b	3.4ab	110.6ab	71.8b	9.0a-f	4.4h
	F168S	44.2cd	70.4b	65.9ab	3.3bc	3.5ab	91.2a-e	66.3b	10.3abc	6.8bcd
	Quan2S	48.0a	81.0a	66.3a	4.2a	3.6a	118.7a	101.3a	10.6ab	7.2bc
مرطوب Wet	XinerPS	45.1bc	70.6b	64.7b	3.6b	3.6a	104.2a-d	66.9b	9.9a-d	4.8h
	Hs-3	42.3de	55.0de	64.4b	2.8de	3.4ab	79.7de	69.1b	8.0f	6.8bcd
	Shen51S	42.0e	60.0cd	64.0b	3.1cd	3.4ab	100.4a-e	72.9b	8.0f	7.2bc
	Hui34S	45.6bc	84.3a	66.3a	4.3a	3.5ab	109.7abc	72.9b	10.8a	8.3a
	L66S	44.1cd	57.8cde	68.6a	2.9cde	3.4ab	78.5de	61.0b	8.5def	5.4fgh
	F168S	44.4cd	57.3cde	66.6ab	3.0cde	3.5ab	85.1b-e	74.7ab	8.1ef	5.5efg
	Quan2S	47.2ab	64.9bc	68.1a	3.3bc	3.5ab	93.4a-e	81.0ab	9.7a-e	7.3b
خشک Dry	XinerPS	42.8cde	60.9cd	64.7b	3.1cd	3.4ab	79.0de	65.2 b	8.7c-f	5.8def
	Hs-3	41.7e	50.7e	65.3ab	2.6e	3.4ab	75.3e	74.7ab	8.3def	6.4cde
	Shen51S	42.2de	55.5de	65.3ab	2.8de	3.3b	82.3cde	80.6ab	8.1ef	5.9def
	Hui34S	45.4bc	64.7bc	67.6a	3.3bc	3.5ab	89.1b-e	71.9b	9.3a-f	6.8bc
$LSD_{0.05}$		1.83	6.5		0.34		27.7		1.4	

برش دهی بر اساس سال انجام شده است. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Slicing has been carried out by years. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش سال و رقم و برهمکنش سه‌گانه سال و بستر کاشت و رقم بر ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. در سال اول بیشترین مقدار ارتفاع بوته (۸۴/۳ و ۸۱ سانتی‌متر) و شاخص سطح برگ (۴/۳ و ۴/۲) به‌ترتیب از ارقام Quan2S و Hui34S در بستر کشت مرطوب به دست آمد، اما در سال دوم اکثر ارقام برنج تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین ارتفاع بوته در سال اول (۵۰/۷ سانتی‌متر) و سال دوم (۶۴ سانتی‌متر) به‌ترتیب مربوط به ارقام Hs–3 و Shen51S در هر دو نوع بستر و کمترین مقدار شاخص سطح برگ (۲/۶ و ۳/۴) در هر دو سال به‌ترتیب مربوط به ارقام Hs–3 و Shen51S در بستر خشک بود (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که وقوع شوک ناشی از انتقال و نشاکاری گیاهچه‌ها در بستر خشک و پایین بودن توان استقرار گیاهچه‌ها، در ادامه باعث کاهش ارتفاع بوته و سطح برگ شده باشد. دانش گیلوایی و همکاران (Danesh Gilvai *et al*., 2018) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته، طول و عرض برگ در ارقام برنج هیبرید می‌شود. در بستر خشک با توجه به خشک بودن خاک در زمان نشاکاری، احتمال آسیب به ریشه‌ها و کاهش رشد و گسترش ریشه‌ها از علت‌های کاهش توان رشد گیاه باشد. کاهش تقسیمات سلولی و طویل شدن در ابعاد سلول از علت-های اصلی کاهش رشد اندام‌های مختلف گیاه است (Lukovic *et al*., 2009).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش در بستر مرطوب، طول دوره رشد ارقام برنج طولانی‌تر از بستر خشک بود. طولانی‌ترین دوره رشد در سال اول مربوط به ارقام Quan2S، L66S و Hui34S (به‌ترتیب ۱۱۸، ۱۱۰ و ۱۰۹ روز) بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در سال دوم طولانی‌ترین دوره رشد مربوط به رقم Quan2S (۱۰۱ روز) در بستر مرطوب بود (جدول ۵). زهرابی و همکاران (Zohrabi *et al*., 2018) نیز تفاوت معنی‌داری بین طول دوره رشد ارقام برنج در شرایط آب و هوایی اهواز گزارش کردند. به گزارش آنها، تاخیر در استقرار بوته‌ها از طریق تسریع مراحل نمو، باعث کاهش طول دوره رشد و درنهایت عملکرد دانه می‌شود. خان و رحمان (Khan and Rahman, 2011) گزارش دادند که دمای پایین در طول دوره رشد برنج باعث افزایش تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی و کاهش طول دوره گلدهی و رسیدگی در برنج می‌شود. لیموچی و همکاران (Limouchi *et al*., 2013) گزارش کردند که در ارقام برنج، کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش انتقال کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای به دانه، از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد در روش خشکه‌کاری است. در تحقیق حاضر نیز در سال دوم آزمایش، طول دوره رشد ارقام برنج به علت بالاتر بودن میانگین دما نسبت به سال اول (جدول ۱) کوتاه‌تر بود. به نظر می‌رسد که تفاوت اکولوژیکی مبدا تولید ارقام برنج هیبرید با شرایط آب و هوایی خوزستان، باعث واکنش متفاوت آنها بوده است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول آزمایش، بیشترین تعداد پنجه مربوط به ارقام Hui34S، Quan2S و F168S (به‌ترتیب ۱۰/۸، ۱۰/۶ و ۱۰/۳ عدد) بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. تعداد پنجه‌ها در ارقام یاد شده در بستر خشک کمتر بود (به‌ترتیب ۹/۳، ۹/۷ و ۸/۵ عدد). در سال دوم بیشترین تعداد پنجه (۸/۳ عدد) مربوط به هیبرید Hui34S بود (جدول ۵). به گزارش زهرابی و همکاران (Zohrabi *et al*., 2018) در هیبریدهای برنج در شرایط آب و هوایی اهواز از نظر تعداد پنجه تفاوت معنی‌داری داشتند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول آزمایش بالاترین درصد باروری خوشه مربوط به ارقام Quan2S و Hui34S در هر دو بستر کاشت مرطوب (۲/۹۴ و ۹/۸۲ درصد) و خشک (۷/۸۱ و ۵/۸۰ درصد)

بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. در سال دوم تفاوت بین ارقام کمتر بود، به‌طوری که بیشترین درصد باروری خوشه در بستر مرطوب از ارقام Quan2S، F168S، L66S و Hui34S و در بستر کشت خشک از رقم Quan2S بدست آمد (جدول ۶). در سال دوم به علت بالاتر بودن دما (جدول ۱)، طول دوره رشد کوتاه‌تر بوده و با توجه به این که دوره گلدهی و پر شدن دانه‌ها در دمای بالاتر هوا در مهر ماه انجام شد، میزان باروی خوشه‌ها را نسبت به سال اول کمتر بود. به نظر می‌رسد که تفاوت اکولوژیکی مبدا تولید ارقام برنج هیبرید با شرایط آب و هوایی خوزستان، باعث کاهش میزان باروری خوشه بوده است. این نتایج با یافته‌های زهرابی و همکاران (Zohrabi *et al.*, 2018) مطابقت دارد. همزمانی گرده‌افشانی برنج با هوای گرم می‌تواند منجر به کاهش زنده ماندن دانه‌های گرده و عقیم شدن گلچه‌ها، افزایش تعداد دانه‌های پوک در خوشه، کاهش تعداد دانه شود. بهیماناهالی و همکاران (Bheemanahalli *et al.*, 2016) نیز گزارش کردند که دمای بالاتر از ۳۳ درجه سانتی‌گراد در دوره گلدهی، باعث افزایش عقیمی گلچه‌ها در برنج می‌شود. به‌نظر می‌رسد که استقرار دیرتر گیاهچه‌ها در بستر خشک می‌تواند باعث تأخیر در گلدهی و ایجاد تنش دمایی همراه با تنش رطوبتی به گیاه شود. گیلانی و همکاران (Gilani *et al.*, 2019) نیز در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ریخت‌شناسی گلچه ارقام برنج در خوزستان گزارش نمودند که در تاریخ کاشت‌های اواخر خرداد با توجه به مصادف بودن تشکیل دانه گرده و گلدهی با افزایش دمای هوا، باعث کاهش طول خامه، طول بساک و عرض بساک شده و این موضوع باعث کاهش باروری خوشه‌ها شد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال تنها بر تعداد دانه در خوشه، ولی برهمکنش سال در رقم و سال در بستر کاشت در رقم بر تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه معنی‌دار بودند. در سال اول آزمایش، بیشترین تعداد دانه در خوشه مربوط به بستر مرطوب و رقم Quan2S بود و در سال دوم تفاوت بین ارقام کمتر بود و ارقام L66S، Quan2S و Hui34S در بستر مرطوب و رقم Quan2S در بستر خشک در یک گروه آماری قرار گرفتند. در سال اول آزمایش، بیشترین وزن هزار دانه مربوط به بستر مرطوب بود، ولی کلیه ارقام به‌جز Shen51S در یک گروه آماری قرار گرفتند. در سال دوم بیشترین وزن هزار دانه مربوط به ارقام Quan2S و XinerPS در بستر مرطوب و ارقام F168S، Quan2S، XinerPS و Hui34S در بستر خشک بود که همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶). تعداد خوشه در واحد سطح مهم‌ترین عامل در افزایش عملکرد دانه برنج محسوب می‌شود که ممکن است تحت تأثیر بستر نشاکاری قرار گیرد. ماکینو و همکاران (Makino *et al.*, 2020) گزارش کردند که بزرگ بودن اندازه دانه تأثیر زیادی در افزایش عملکرد دانه برنج دانه درشت رقم Akita63 داشت. ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2020) با ارزیابی ارتباط بین عملکرد دانه و صفات زراعی ارقام برنج هیبرید در جنوب چین گزارش دادند که رقم هیبرید Shenliangyou 58 xiangyouzhan دارای بیشترین مقدار اجزای عملکرد نسبت به سایر ارقام بود. جلالی کوتنایی و همکاران (Jalali Kotnai *et al.*, 2022) گزارش کردند کاهش دمای هوا در مرحله گلدهی و پوک شدن دانه‌ها و یا به خوشه نرفتن پنجه‌ها، از عوامل مهم تعیین کننده عملکرد دانه در برنج هستند. در این آزمایش نیز مشاهده شد که در تیمار نشاکاری در بستر خشک علاوه بر افزایش جمعیت علف‌های هرز، دوره رشد گیاه به‌علت بالاتر بودن میانگین دمای هوا در سال دوم (جدول ۱) در مهر ماه، کوتاه‌تر شد. این موضوع توأم با کاهش سبزینگی و رشد گیاه، باعث کاهش وزن دانه و میزان باروری خوشه شد. با توجه به زودرس‌تر بودن برخی از ارقام برنج و تحمل بیشتر آنها نسبت به گرما، میزان تولید آنها نیز متفاوت بود. در

این تحقیق ارقام Quan2S و XinerPS که از نظر صفات فیزیولوژیک برتر بودند، از لحاظ اجزای عملکرد نیز برتری داشتند. میشرا و همکاران (Mishra *et al*., 2017) نیز تعداد پنجه بارور و وزن ۱۰۰۰ دانه بالاتر را از علت‌های بالاتر بودن عملکرد دانه برنج در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم اعلام کردند. فوگن و همکاران (Fugen *et al*., 2016) گزارش دادند که در ارقام برنج با عملکرد دانه بالا، طول خوشه، تعداد انشعابات اصلی و فرعی خوشه و تعداد دانه پر بیشتر است.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام برنج هیبرید در برهمکنش تیمارهای بستر نشاکاری و رقم

Table 6. Mean comparison of grain yield and yield components of hybrid rice cultivars in interaction of transplanting bed and cultivars

بستر نشاکاری Transplanting bed	ارقام برنج هیبرید Hybrid rice cultivars	باروری خوشه Panicle fertility (%)		دانه در خوشه No. grain.panicle^{-1}		وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)		عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})		زیست توده Biological yield (kg.ha^{-1})	
		۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
مرطوب Wet	L66S	74bc	78abc	98ghi	91abc	22.9ab	22.7bcd	3900cd	2031cde	7820b-e	7602c-f
	F168S	55def	78abc	81i	76cd	23.6ab	22.9bcd	3950cd	2168cd	8300bcd	8631a-d
	Quan2S	94a	97a	219a	106ab	25.7a	25.8a	5200a	4233a	12380a	10142a
	XinerPS	77bc	72bc	160c	88bcd	22.2abc	23.4a-d	4075bc	2956b	9160b	8989abc
	Hs-3	57def	43def	104gh	53ef	21.9a-d	21.0de	3525cde	1150f	8640bc	6933efg
	Shen51S	50ef	51de	87hi	46f	18.7cd	18.9e	3125efg	1094f	7960bcd	4943hi
	Hui34S	82ab	84ab	189b	106ab	24.3ab	23.0bcd	4675ab	3177b	12780a	8971abc
خشک Dry	L66S	75bc	40ef	134ef	71de	18.5cd	21.4cde	2448ghi	1858de	6953de	5385ghi
	F168S	70bcd	60cd	144cde	77cd	21.3bcd	23.5a-d	2400hi	2092cd	6360e	6181fgh
	Quan2S	81abc	82ab	157cd	108a	21.8a-d	24.9ab	3455c-f	3968a	7307cde	9543ab
	XinerPS	67bcd	70bc	145cde	40f	20.8bcd	23.8abc	2813fgh	1880de	6280ef	8093b-e
	Hs-3	66cde	27f	120fg	47f	17.9d	21.4cde	2115ij	1371ef	4413g	7266def
	Shen51S	48f	28f	93hi	38f	20.5bcd	15.6f	1713j	911f	4793fg	4165i
	Hui34S	80abc	91a	138def	83cd	21.4bcd	24.8ab	3285def	2602bc	7267cde	8133b-e
$LSD_{0.05}$		18.9		21.2		3.1		788		1563	

برش دهی بر اساس سال انجام شده است. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

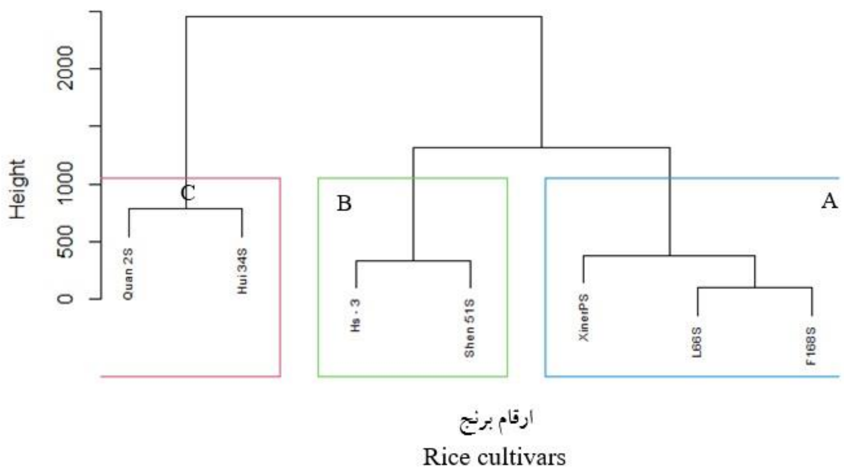
Slicing has been carried out by years. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال، سال و رقم، سال و بستر کاشت و رقم بر عملکرد دانه و زیست توده معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول آزمایش در بستر مرطوب، بیشترین مقدار عملکرد دانه (به‌ترتیب ۵۲۰۰ و ۴۶۷۵ کیلوگرم در هکتار) و زیست توده (به‌ترتیب ۱۲۳۸۰ و ۱۰۱۴۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ارقام Quan2S و Hui34S بود. در سال دوم نیز رقم Quan2S با میانگین عملکرد دانه ۴۲۳۳ کیلوگرم در هکتار و زیست توده ۱۰۱۴۲ کیلوگرم در هکتار، در بستر مرطوب بیشترین مقدار عملکرد دانه و زیست‌توده را داشت که البته با بستر خشک تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

در سال دوم آزمایش بالاتر بودن دمای هوا در فصل رشد گیاه باعث کاهش طول دوره رشد و کاهش اجزای عملکرد و عملکرد دانه در اکثر ارقام برنج شد. اکبری و مؤمنی (Akbari and Moumeni, 2015) گزارش کردند که نشاکاری زودتر برنج، باعث منطبق شدن ویژگی‌های رشد گیاه با شرایط اقلیمی شده و

همراه با مدیریت مناسب باعث افزایش عملکرد برنج شد. علا و همکاران (Ala *et al.*, 2014) گزارش کردند که تفاوت عملکرد در شیوه‌های کاشت عمدتاً به مدیریت علف‌های هرز مربوط بوده و عملکرد دانه در شرایط رقابت با علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری کمتر بود. نتایج یک آزمایش در شرایط خوزستان نشان داد که رقم هویزه با عملکرد دانه ۴۸۹۸ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد و رقم دلار با عملکرد ۲۴۵۸ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد دانه را داشتند که این موضوع نشان می‌دهد که ارقام برنج هیبرید Quan2S و Hui34S برتر از ارقام محلی بوده، ولی سایر ارقام هیبرید نسبت به ارقام محلی برتری نداشتند (Limouchi *et al.*, 2011). آنها علت تفاوت بین عملکرد ارقام برنج را به طول دوره رویشی آنها نسبت دادند که این موضوع می‌تواند از علت‌های ضعیف‌تر بودن ارقام هیبرید مورد مطالعه نسبت به ارقام محلی باشد. به‌نظر می‌رسد که تفاوت اکولوژیکی مبدا تولید ارقام برنج هیبرید با شرایط آب و هوایی خوزستان و روش آبیاری غرقابی دائم باعث تشدید اثرات دمایی و بازدارندگی دمای بالا بر فرایندهای رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد باعث کاهش تطابق پذیری و سازگاری ارقام هیبرید نسبت به ارقام هیبریدهای محلی شده است.

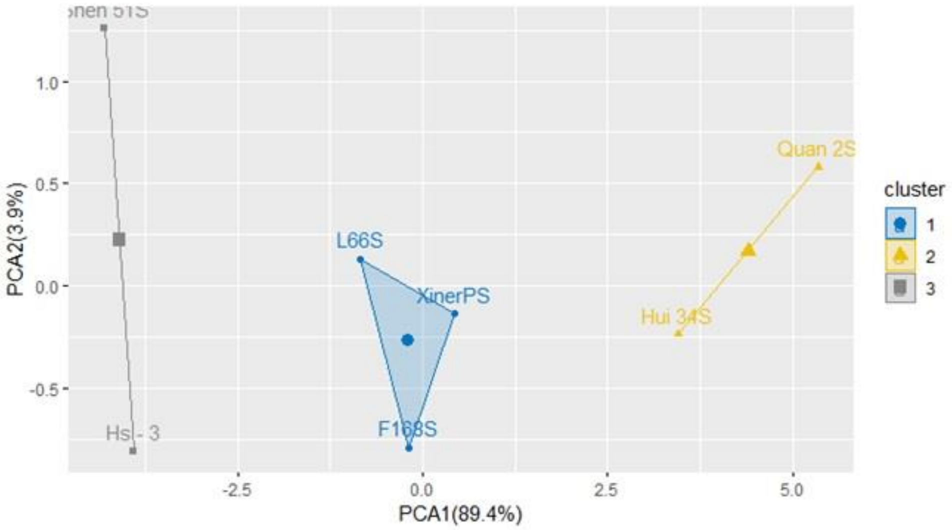
براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ارقام برنج مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتند. گروه اول شامل ارقام XinerPS، L66S و F168S بود. گروه دوم شامل ارقام Hs–3 و Shen51S و گروه سوم شامل ارقام Quan2S و Hui34S بود. گروه اول و دوم تشابه بیشتری با یکدیگر داشته و ارقام گروه سوم بیشترین تفاوت را با آنها داشتند (شکل ۱).



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ارقام برنج هیبرید براساس روش حداقل واریانس وارد

Fig. 1. Cluster analysis of hybrid rice cultivars based on Ward's method

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز تائید کننده گروه‌بندی‌های انجام شده توسط تجزیه خوشه‌ای بود. نتایج نشان داد که دو مؤلفه اول ۹۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود. مؤلفه اول ۸۹ درصد و مؤلفه دوم چهار درصد از تغییرات را در برداشت (شکل ۲). رحیم‌سروش و همکاران (Rahim Soroush *et al.*, 2003) با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۶ ژنوتیپ برنج، شش عامل را به‌عنوان توجیه کننده تغییرات کل داده‌ها گزارش کردند. آنان مولفه اول را با عنوان مورفولوژی و مولفه دوم را با عنوان عملکرد دانه معرفی کردند.



شکل ۲- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ارقام برنج هیبرید بر اساس دو مؤلفه‌های اول و دوم

Fig. 2. Principal component analysis of hybrid rice cultivars based on first and second PCAs

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بستر نشاکاری مرطوب از نظر بسیاری از صفات فیزیولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج، نسبت به بستر خشک برتری داشت که این موضوع نشان دهنده وارد شدن آسیب به گیاهچه‌های برنج در زمان انتقال و نشاکاری و تأثیر آن بر صفات گیاه باشد. ارقام برنج هیبریدهای که اخیرا در کشور مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از نظر صفات فیزیولوژیک، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، زیست‌توده در بسترهای نشاکاری مرطوب و خشک دارای تفاوت بودند. ارقام برنج هیبرید Quan2S و Hui34S در هر دو نوع بستر نشاکاری مرطوب و خشک نسبت به سایر ارقام برتری داشته و عملکرد قابل‌قبول‌تری نسبت به آنها داشتند. با این وجود به علت متفاوت بودن شرایط اقلیمی محل تولید این ارقام در چین، انطباق آنها با شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش در خوزستان پایین بود.

سپاسگزاری

این پروژه با مشارکت و همکاری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شده است که به‌این وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Akbari, R. and Moumeni, A. 2015. Study of optimum transplanting date and utilization rate of nitrogen fertilizer in second cropping of rice (*Oryza sativa* L.) var. Koohsar in Mazandaran. *Journal of Crop Production*, 8(2), pp.195-207. [In Persian]. https://doi.org/20.1001.1.2008739.1394.8.2.10.2

Ala, A., AghaAlikhani, M., Amiri Larijani, B. and Soufizadeh, S. 2014. Comparison between direct-seeding and transplanting of rice in Mazandaran province: weed competition, yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(3): pp.463-475. [In Persian]. Doi: 10.22067/gsc. v12i3.22637

Bheemanahalli, R., Sathishraj, R., Tack, J., Nalley, L. L., Muthurajan, R. and Jagadish, K. S. V. 2016.

Temperature thresholds for spikelet sterility and associated warming impacts for subtropical rice. *Agricultural and Forest Meteorology*, 221, pp.122-130. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.02.003

Danesh Gilvai, M., Samizadeh, H. and Rabiei, B. 2018. Evaluation of path analysis on yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) under normal and drought stress conditions. *Journal Crop Breeding*, 9(24), pp.30-39. [In Persian]. Doi:10.29252/jcb.9.24.30

Esmaeli, M. A., Ahamadi Khatir, M., Abasi, R. and Kaveh, M. 2022. Evaluation of morphological traits, yield and yield components of different rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in direct cultivation in competition with weeds. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 32(2), pp.145-159. [In Persian]. https://doi.org/10.22034/saps.2021.44978.2650

FAO. 2021. FAOSTAT. Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org.

Fugen, D., Lee, T., Kun C., Alan L. W. and Mohammed, A. R. 2016. Planting date and variety effects on rice main and ratoon crop production in South Texas. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47, pp.2414-2420. https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1243705

Gilani, A., Siadat, S. A., Jalali, S., and Limouchi, K. 2019. Effects of planting date on the floret anatomy and yield of rice varieties in Khuzestan. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 17(4), pp.517-526. [In Persian]. Doi: 10.22067/gsc.v17i4.71795

Gholami Rezvani, N., Esfahani, M., Kaabi Rahnama, S. Aalami, A. and Nahvi, M. 2015. Effect of seed rate on grain yield and yield components of rice (cv. Hashemi) in direct seeding methods. *Seed and Plant Production Journa*l, 31(1), pp.37-56. [In Persian]. DOI:10.22092 /sppj. 2017. 110565

IRRI 2013. Standard Evaluation System for Rice (SES). 5th edition, International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Jalali Koutenaei, N., Shahnazari, A., Ahmadi, M. Z., Khoshravesh, M., and Rezaei, M. 2022. Evaluation of the effect of different cultivation systems on water productivity, yield and yield components of two improved and native rice varieties. *Iranian Irrigation and Drainage Journal*, 1(16), pp.147-135. [In Persian]. https://doi.org/20.1001.1.20087942.1401.16.1.11.8

Khairi, M., Nozulaidi, M. and Jahan, M. S. 2016. Effects of flooding and alternate wetting and drying on the yield performance of upland rice. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 39(3), pp.13-21. https://doi.org/10.1126/ P.jta. 2016.02.001

Khaliq, A., and Matloob, A. 2011. Weed-crop competition period in three fine rice cultivars under direct-seeded rice culture. *Pakistan Journal Weed Science Research,* 17(3), pp.229-243. DOI: 10.4236/ajps.2014.521328

Khan, A. and Rahman, H. U. 2011. Effect of different planting dates on yield and yield components of rice (*Oryza sativa*). *Annals of Agrarian Science*, 9(2), pp.1-9. https://doi.org/10.1313/j.Aas.2011.04.006

Limouchi, K., Gilani, A., and Siadat, A. 2011. Effect of sowing dates on panicle characteristics and yield of

rice cultivars in Khuzestan. Journal of Crop Production Research, 3(2), pp.183-195. [In Persian]. https://sid.ir/paper/182168/en

Limochi, K., Siadat, A. and Gilani, A. A. 2013. Sowing dates effect on yield and growth indices of rice cultivars in northern Khozestan. *Electronic Journal of Crop Production*, 6(2), pp.167-184. https://doi.org/20.1001.1.2008739.1392.6.2.10.8

Lukovic, J., Maksimovi, I., Zoric, L., Nagl, N., Percic, M., Polic, D. and Putnik-Delic, M. 2009. Histological characteristics of sugar beet leaves potentially linked to drought tolerance. *Industrial Crops and Products*, 30, pp.281-286. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.05.004

Makino, A., Kaneta, Y., Obara, M., Ishiyama, K., Kanno, K., Kondo, E., Suzuki, Y., and Mae, T. 2020. High yielding ability of a large-grain rice cultivar, Akita 63. *Scientific Reports*, 10, pp.122-131. https://doi.org/10.1038/s41598-020-69289-0

Mishra, A. K., Khanal, A. R. and Pede, V. O. 2017. Is direct seeded rice a boon for economic performance? Empirical evidence from India. *Food Policy*, 73, pp.10–18. https://doi.org/10.1016/j. foodpol.2017.08.021

Nahvi, M., Devatger, N., Esfahani, M. and Alizadeh, M. R. 2013. The effect of seed rate and direct cultivation methods on yield and yield components and the amount of water consumed in two varieties of rice. 13^{th} Iranian Crop Science and 3^{rd} Seed Science and Technology Congress, 26-28 Aug. 2013. Karaj, Iran. [In Persian].

Noroozi, A. A., Jalali, N., Miri, M. and Abbasi, M. 2014. Estimating rice leaf area index at north Iran. *Journal of Water and Soil Resource Conservation,* 3(2), pp.1-10. [In Persian]. DOR: 20.1001.1.22517480.1392.3.2.1.5

Nourmohammadi, Q., Siadat, S. A. and Kashani, A. 2013. Cereal production. Publications of Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian].

Pouramir, F., Yaqoubi, B. and Shahbazi, H. 2019. Comparison of yield and yield components of native and improved rice cultivars in transplanting and direct seeding cultivation methods. *Journal of Crop Production*, 13(2), pp.131-145. [In Persian]. https://doi.org/10.22069/ejcp.2020.18272.2353

Rahim Soroush, H. Mesbah, M. Hosseinzadeh, A. and Bozorgipour, R. 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. *Seed and Plant Journal*, 20(2), pp.167-182. [In Persian]. https://doi.org/10.22092/SPIJ.2017.110637

Zhao, H., Mo, Z., Lin, Q., Pan, Sh., Duan, M., Tian, H., Wang, Sh. and Tang, X. 2020. Relationships between grain yield and agronomic traits of rice in southern Chin. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(1), pp.73-81. https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000100072

Zohrabi, F., Khodarahmpour, Z. and Gilani, A. 2018. Response of yield and yield components of aerobic rice in climate condition of Ahvaz. *Journal of Plant Production Science*, 8(1), pp.37-48. [In Persian].